



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **01223789 A**

(43) Date of publication of application: **06.09.89**

(51) Int. Cl

H01S 3/097

H01S 3/131

H02M 3/155

// H05B 41/34

(21) Application number: **63048850**

(71) Applicant: **MITSUBISHI ELECTRIC CORP**

(22) Date of filing: 02.03.88

(72) Inventor: **KANEHARA YOSHIHIDE**

(54) POWER SOURCE DEVICE FOR SOLID LASER PUMPING LAMP

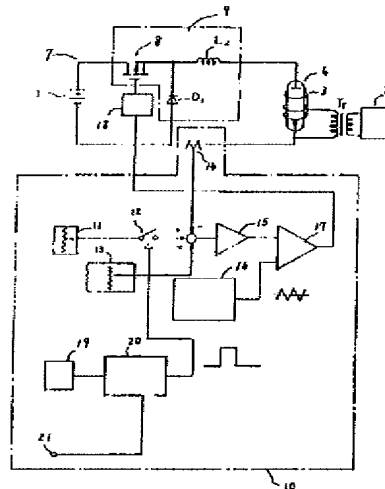
(57) Abstract:

PURPOSE: To improve excitation efficiency of a solid laser by a method wherein the pulse width and pulse frequency of a discharged current are suppressed by controlling discharging time of a lamp and start time of electric discharge while PWM-controlling on-off time of a switching device by means of a constant current control device.

CONSTITUTION: A pulse generating circuit 20 is started up with a pulse start signal 21 externally supplied and instructs on-off time of a switch 12 through a pulse width instructing device 19. Therefore, when the switch 12 is turned on by the ON-command from the pulse width instructing device 19, a command value of a discharge current instructing device 11 amplifies difference between the sum of 11 and command value from an idle current instructing device 13 and a current value of a lamp 4 detected by a current detector 14 with an amplifier 15. Then this amplified signal is compared with a triangular wave output from a triangular wave generator 16 by a comparator 17 so that a PWM signal is supplied to a gate amplifier 18. With this PWM signal the switching device 8 is turned on to have electric

discharge in the lamp 4 to allow a peak of the discharged current to be generated with a reactor L_2 in a short time.

COPYRIGHT: (C)1989,JPO&Japio



⑫ 公開特許公報(A)

平1-223789

⑤Int.Cl.⁴ 識別記号 庁内整理番号 ④公開 平成1年(1989)9月6日
 H 01 S 3/097 A-7630-5F
 3/131 7630-5F
 H 02 M 3/155 J-7829-5H
 // H 05 B 41/34 Z-8410-3K 審査請求 未請求 請求項の数 3 (全7頁)

⑤発明の名称 固体レーザ励起用ランプの電源装置

②特 願 昭63-48850

②出 願 昭63(1988)3月2日

⑦発 明 者 金 原 好 秀 愛知県名古屋市東区矢田南5丁目1番14号 三菱電機株式会社名古屋製作所内

⑦出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑦代 理 人 弁理士 大 岩 増 雄 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

固体レーザ励起用ランプの電源装置

2. 特許請求の範囲

(1) 直流電源により固体レーザ励起用ランプを放電する電源装置において、上記ランプへの電流供給回路を断続するスイッチング素子と、上記電流供給回路に直列接続されたリアクトルと、上記ランプとリアクトルとの間で閉回路を形成し、上記スイッチング素子の開放時に上記リアクトルの蓄積エネルギーを瞬流せしめるダイオードとから構成されている少なくとも1個の直流チョッパ回路、上記ランプを流れる電流値を検出しこれに応じて上記スイッチング素子をPWM制御して上記ランプの放電々流を一定値に制御する定電流制御手段を備えたことを特徴とする固体レーザ励起用ランプの電源装置。

(2) 定電流制御手段はランプ放電の停止時にも上記ランプに低パワーの持続電流を供給するように構成した請求項1記載の固体レーザ励起用ラン

プ電源装置。

(3) ランプに並列接続され上記ランプの放電々流を短絡することによりランプ放電を停止せしめる第2のスイッチング素子を備えたことを特徴とする請求項1記載の固体レーザ励起用ランプの電源装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は固体レーザを励起するランプ用電源装置に関するものである。

〔従来の技術〕

第14図は従来の固体レーザ励起用ランプの電源装置を示す回路図である。

図において(1)は直流電源、(2)は昇圧トランス(T_r)によりランプ(4)の外周に設けたトリガ電極(3)を印加するトリガ回路、(5)はランプ(4)の陽極(A)と陰極(K)との間に印加してランプ(4)にシマー電流を流す直流高電圧電源、(6)は直流電源(1)により充電されたコンデンサ(C_1)の充電エネルギーをランプ(4)に放電するスイッチング素子である。

上記のように構成された固体レーザ励起用ランプの電源装置の動作について説明する。

トリガ回路(2)はインパルス電圧を発生して昇圧トランス(T_r)を印加する。昇圧トランス(T_r)はランプ(4)の外周に設けたトリガ電極(3)とランプ(4)の陰極(K)の間に高電圧(例えば10~20KV)を印加してトリガ電極(3)とランプ(4)の陰極(K)との間の浮遊キャパシタンスによりランプ(4)内に封入されたガスをイオン化する。

また直流高圧電源(5)は抵抗(R_2)とランプ(4)の電極とを直列に接続したシマー回路を形成しており、上記トリガ回路(2)の動作で発生したランプ(4)内のガスイオンにより陽極(A)と陰極(K)との間に直流高圧電源(5)のシマー電流を容易に流すことができる。シマー電流はランプ(4)の特性に応じて抵抗(R_2)で決された1~100mAの微小電流で、この電流が流れるとランプ(4)の電極間の放電電圧は非常に低くなり、シマー電流を継続して流すことができる。この状態が常時維持されることになり、この状態において直流電源(5)は抵抗(R_1)を介してコンデン

サ(C_1)を充電する。コンデンサ(C_1)の両端電圧が上昇し所定の値に達するとサイリスタ等のスイッチング素子(6)をオンすることによつてコンデンサ(C_1)に蓄えられたエネルギーがランプ(4)の陽極(A)と陰極(K)との間に放電を発生し、リアクトル(L_1)とコンデンサ(C_1)とにより決定される時定数の期間中放電電流が流れる。

コンデンサ(C_1)は放電ののち放電電流が零になるとスイッチング素子(6)をオフし放電を終了する。以後、次の放電を開始するにはコンデンサ(C_1)の再充電が終了したのち上記の動作をくり返すことになる。

〔発明が解決しようとする課題〕

上記のように従来の固体レーザ励起用ランプの電源装置ではコンデンサ C_1 を充電するのに時間がかかり放電電流のパルス周波数を高くできない。また放電時間と放電電流はリアクトル L_1 とコンデンサ C_1 により決定された一定値になつてしまうので、放電電流のパルス巾の制御さらに急峻なパルス応答ができなく、特にパルス巾が短い場

合はYAGレーザ等の励起効率が低下し、またパルスの尖頭値が高い場合はランプ寿命が短くなる等の問題点があつた。

本発明はかかる問題点を解決するためになされたもので、放電電流を一定値に保持し、放電電流のパルス巾またはパルス周波数を任意に制御することにより固体レーザの励起効率が向上できる固体レーザ励起用ランプの電源装置を得ることを目的とする。

また本発明の別の発明は上記目的に加えて放電停止時に低パワーの持続電流をランプに供給して放電開始時のミス点弧を防止し放電の開始を容易にできる固体レーザ励起用ランプの電源装置を得ることを目的とする。

さらに本発明の他の別の発明は上記目的に加えて放電開始時に高エネルギーをランプに印加し放電電流の急峻な立上げを行なうことのできる固体レーザ励起用ランプの電源装置を得ることを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

本発明に係る固体レーザ励起用ランプの電源装置は直流電源によりランプを放電する電流供給回路にランプ電流を断続するスイッチング素子と、ランプに直列接続されたリアクトルと、ランプとリアクトルとの間で閉回路を形成するダイオードとから構成した直流チヨツパ回路を有するとともにランプの放電電流を一定値に制御する定電流制御手段を備えたものである。

さらに定電流制御手段はランプの放電が停止した時でもランプに低パワーの持続電流を供給できるようにアイドル電流指令器と電流検出器との出力差によりスイッチング素子をPWM制御したものである。

また本発明の他の別の発明に係る固体レーザ励起用ランプの電源装置は、上記のものにおいてランプに並列に第2のスイッチング素子を接続してランプ放電をオン・オフ制御したものである。

〔作用〕

本発明においてはスイッチング素子のオン・オフ時間を定電流制御手段によりPWM制御してラン

ブの放電時間と放電開始時間を制御することにより放電々流のパルス巾、パルス周波数を抑制する。

また本発明の別の発明においてはランプ放電の停止時に定電流制御手段のアイドル電流指令によりスイッチング素子をPWM制御してランプに低パワーの持続電流を供給することによりランプ放電の開始を容易にしミス点弧を防止する。

さらに本発明の他の別の発明においてはランプに並列接続した第2のスイッチング素子をオン・オフすることによりランプ放電を開始または停止する。即ち、第2のスイッチング素子がオフした時電流供給回路を通じて流れる電流をOFFすることによりリアクトルに発生する高電圧をランプに印加しランプ放電を確実にを行い、放電パルスの急峻な立上げをする。

〔発明の実施例〕

以下第1図および第2図により本発明の実施例の構成について説明する。第1図は本発明のブロック回路図、第2図は第1図のタイミングチャートである。なお第1図において第14図と同様の

明の実施例の構成について説明する。第3図はブロック回路図、第4図は第3図のタイミングチャートである。なお第3図において第1図および第14図と同様の機能を果たす部分については同一符号を付しその説明は省略する。

第3図において14はランプ14に並列接続され、パルス発生回路10の出力によりオン・オフ制御してランプの放電を停止または開始せしめる第2のスイッチング素子である。

本発明に係る実施例の動作を第1図および第2図を参照して説明する。トリガ回路12によつてランプ14内に封入されたガスのイオン化は上記従来技術の動作で説明したので省略する。まずパルス発生回路10は外部から供給されるパルス起動信号12により起動され(第2図(a)参照)。パルス巾指令器13によつてスイッチ12のオン時間とオフ時間を指令する(第2図(b)参照)。

従つてパルス巾指令器13のオン時間の指令によりスイッチ12がオンした時、放電々流指令器11の指令値はこれ11とアイドル電流指令器13の指令値

機能を果たす部分については同一符号を付しその説明は省略する。

第1図において18は直流電源11に直列接続されたスイッチング素子(例えばMOSFET)、19はスイッチング素子18に直列接続されたリアクトル(L₂)とスイッチング素子18が開放時にリアクトル(L₂)の蓄積エネルギーを環流させ、ラズパ14との間で閉回路を形成するダイオード(D₁)で構成した直流チョップパ回路、20はスイッチング素子18をPWM制御する定電流手段である。定電流手段20は放電々流指令器11とアイドル電流指令器13および直流チョップパ回路19を流れる電流を検出する電流検出器14の出力を加減演算して増巾する増巾器15、増巾器15の出力値と三角波発生器16の出力を比較してPWM信号を出力するコンパレータ17、放電々流指令器11の指令電流をオン・オフするスイッチ12、パルス起動信号12により始動されパルス巾指令器13によりスイッチ12のオン・オフ時間を制御するパルス発生回路10から構成されている。

また第3図および第4図により本発明の別の発

明の実施例の構成について説明する。第3図はブロック回路図、第4図は第3図のタイミングチャートである。なお第3図において第1図および第14図と同様の機能を果たす部分については同一符号を付しその説明は省略する。

第3図において14はランプ14に並列接続され、パルス発生回路10の出力によりオン・オフ制御してランプの放電を停止または開始せしめる第2のスイッチング素子である。

本発明に係る実施例の動作を第1図および第2図を参照して説明する。トリガ回路12によつてランプ14内に封入されたガスのイオン化は上記従来技術の動作で説明したので省略する。まずパルス発生回路10は外部から供給されるパルス起動信号12により起動され(第2図(a)参照)。パルス巾指令器13によつてスイッチ12のオン時間とオフ時間を指令する(第2図(b)参照)。

従つてパルス巾指令器13のオン時間の指令によりスイッチ12がオンした時、放電々流指令器11の指令値はこれ11とアイドル電流指令器13の指令値

との和と電流検出器14により検出されたランプ14の電流値との差を増巾器15で増巾し、三角波発生器16が出力する三角波とをコンパレータ17で比較することによりPWM信号をゲートアンプ20に供給する(第2図(c)参照)。このPWM信号によりスイッチング素子18がONしてランプ14に放電を生じ、リアクトル(L₂)により放電々流のピークが短時間に生ずる。この電流は放電々流指令器11で指令した一定大きさの指令値に達すると放電々流指令器11およびアイドル電流指令器13の指令値と電流検出器14の出力値との差によりコンパレータ17のPWM信号がオフし、スイッチング素子18がOFFしてランプ電流は減少する。ランプ電流が放電々流指令値以下になるとこの電流による電流検出器14の出力値と放電々流指令器11およびアイドル電流指令器13の指令値との差によりコンパレータ17は再びPWM信号をオンし、トランジスタ素子18をONしてランプ電流を増加させる。このようにスイッチ12がオンしている期間、コンパレータ17のPWM制御によりランプ電流を一定値に制御

できる(第2図(d)-(1)参照)。次にパルス発生回路10のオフ時間の指令によりスイッチ12がオフした時について説明する。ランプ電流はアイドル電流指令器13で指令した一定大きさの指令値に達するまで減少する。この指令値に達するとコンパレータ17はアイドル電流指令器13の指令値と電流検出器14で検出した出力値との差のPWM信号を出力してランプ14にアイドル電流を流す。その後アイドル電流が増加してこの電流を電流検出器14が検出しアイドル電流指令器13の指令値との比較によりコンパレータ17のPWM信号をオフさせスイッチング素子18をOFFしてランプ14のアイドル電流を減少させる。従つてスイッチ12がオフしている期間、コンパレータ17のPWM制御によりランプ14に流れるアイドル電流を一定に制御できる(第2図(d)-(2)参照)。

以上のごとく定電流制御手段10によりスイッチング素子18をPWM制御し、ランプ14の放電々流およびアイドル電流を一定値に制御したが、パルス巾指令器19のオン・オフ時間によりパルス発生回

路10を作動させスイッチ12の開閉時間(T_1), (T_2)を変化することによつて放電パルス巾およびパルス周波数を変化することができる(第2図(d)参照)。

本発明に係る別の発明の動作を第3図および第4図を参照して説明する。第1図に構成したアイドル電流指令器13およびスイッチ12を廃止して放電々流指令器11の指令値と電流検出器14の出力値との差によりコンパレータ17をPWM制御するとともにランプ14に並列接続された第2のスイッチング素子20をパルス発生回路10の出力によりオン・オフさせ、放電を開始または停止できるようにしたものである。まずパルス発生回路10は外部から供給されるパルス起動信号21により起動され(第4図(a)参照)、パルス巾指令器19によつて、第2のスイッチング素子20のオン・オフ時間を制御する(第4図(b)参照)。パルス発生回路10の出力がOFFした時ゲートアンプ22を介してランプ14の電極間に並列接続された第2のスイッチング素子20はオフし、ランプ14に放電々流が流れる。この放電々流の開始は電流供給回路17のリアクトル(L_2)

を流れている電流を第2のスイッチング素子20のオフによつて阻止するので、リアクトル(L_2)に高電圧を生じ、この高電圧がランプ14の電極(A)に印加しランプ放電を確実に行なうとともに放電開始時の放電パルスの急峻な立上げを行なう(第4図(c)参照)。放電開始後の定電流制御についてこの放電々流は電流検出器14の出力値と放電々流指令器11の指令値との差を三角波発生器15の出力値で比較しコンパレータ17によりスイッチング素子18をPWM制御して放電々流を一定にする(第4図(c)-(1)参照)。

次にパルス発生回路10がON信号を出力した時について説明すれば第2のスイッチング素子20がオンしてランプ14の電極間を短絡するので放電々流が急峻な立下りとなつて放電を停止することになる。

上記の動作説明においてパルス発生回路10をオン・オフして、パルス発生の間隔を変えることによつて放電々流のパルス周波数が変化でき、さらにオン時間を変えることによつて放電々流の持続

時間即ちパルス巾を変化することができる。

本発明に係るシマー電力の供給方式として第5図～第7図は高周波電源30の出力を同軸ケーブル31を介してランプ14の電極間に加え、主放電がなされていない時も低パワーの放電を行ないランプ14内のガスをイオン化したものである。この構成によれば高周波電波30の電力を同軸ケーブル31で任意の距離を伝送させ、さらに同軸ケーブル31の長さを

$$L = 1/4 \lambda + m \frac{\lambda}{2} \quad \begin{array}{l} \lambda : \text{波長} \\ m : \text{整数} \end{array}$$

に設定することによりランプ14が点弧していない時でも同軸ケーブル31は共振しランプ14の電極間に高電圧を発生させることができトリガ回路として有効である。

また上記実施例では1個の直流チョツパ回路19で構成したものを示したが、第8図および第9図に示すごとくスイッチング素子(8A), (8B)とダイオード(D_{1A}), (D_{1B})およびリアクトル(L_{2A}), (L_{2B})の2回路を使用し、それぞれの電流値を

少なくとも上記実施例と同様の効果を奏する。さらに複数回路にすることにより大電力も可能である。また第10図はダイオード(D_2)とコンデンサ(C_2)を第2のスイッチング素子 $\textcircled{4}$ に接続したもので、ランプ $\textcircled{4}$ までの配線が長い場合、配線に含まれるインダクタンスにより第2のスイッチング素子 $\textcircled{4}$ に高電圧が発生するのでこの素子 $\textcircled{4}$ の破壊を防止するためにダイオード(D_2)とコンデンサ(C_2)によるスナバ回路を設けたものである。さらに第11図はコンデンサ(C_2)と抵抗(R_3)を直列接続することによりサージ吸収回路にしたもので、これにより第2のスイッチング素子 $\textcircled{4}$ の破壊が無くなる。

第12図は高周波電源 $\textcircled{3}$ の出力をランプ $\textcircled{4}$ の外側に巻いたコイル $\textcircled{4}$ により電磁誘導を利用して放電を発生させるもので、直流チョップ回路 $\textcircled{9}$ に高周波の影響を与えずにトリガ放電、シマー放電を発生することができる。

上記実施例では直流チョップ回路 $\textcircled{9}$ にリアクトル(L_2)を設けたものを示したが、第13図はフェ

・オフするように構成したので、オフ時に発生する高圧によりランプ放電を確実にを行い、放電パルスの急峻な立上げができるという効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示す回路図、第2図は第1図の動作を説明するタイミングチャート、第3図は本発明の他の別の発明の一実施例を示す回路図、第4図は第3図の動作を説明するタイミングチャート、第5図～第13図は本発明のさらに他の実施例を示す回路図、第14図は従来のランプの電源装置を示す回路図である。

図において $\textcircled{1}$ は直流電源、 $\textcircled{4}$ はランプ、 $\textcircled{7}$ は電流供給回路、 $\textcircled{8}$ はスイッチング素子、 $\textcircled{9}$ は直流チョップ回路、 $\textcircled{10}$ は定電流手段、 $\textcircled{12}$ は第2のスイッチング素子、 $\textcircled{13}$ は高周波電源である。

なお図中、同一符号は同一または相当部分を示す。

ライトまたはアモルファス等のトロイダルコア $\textcircled{3}$ を配線に挿入してリアクトルとして動作させても上記実施例と同様の効果を奏する。

上記実施例に使用したリアクトルは超電導コイルであつてもよく、これに流れる電流による発熱を零にでき効率の高い電源装置が得られる。

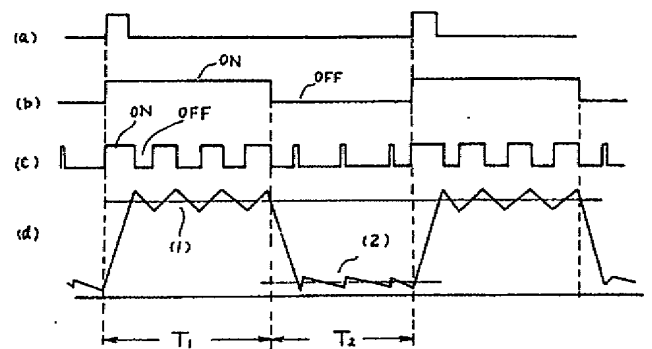
〔発明の効果〕

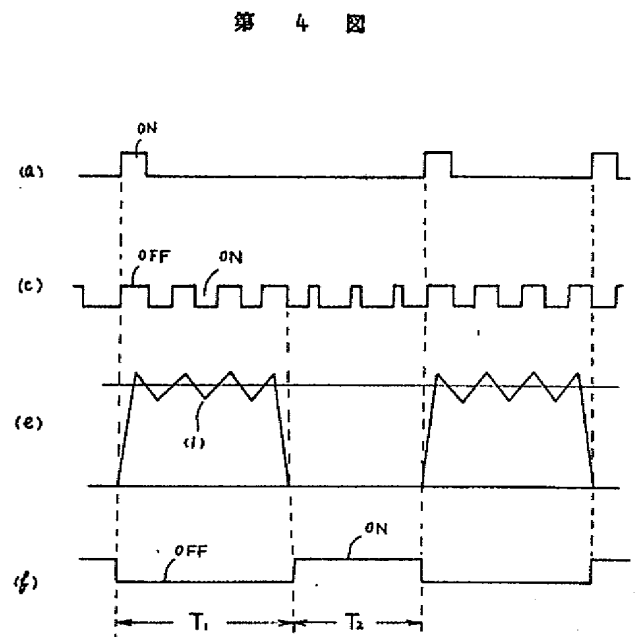
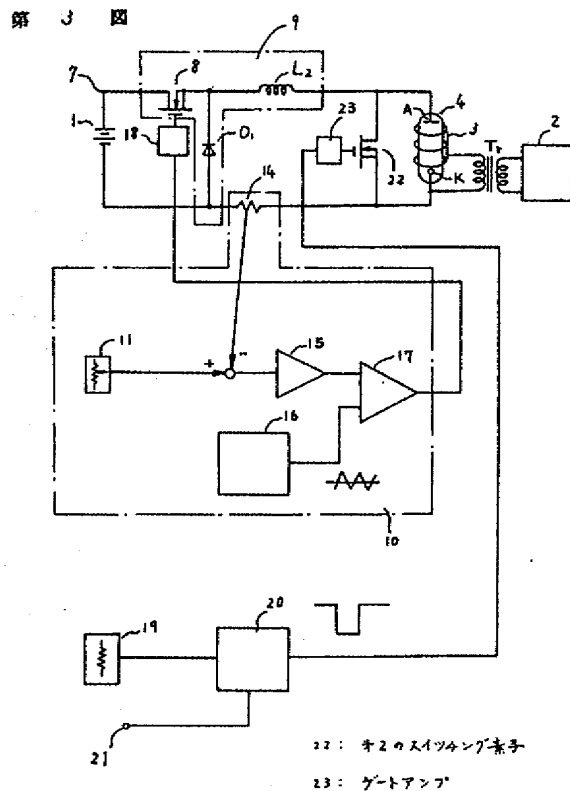
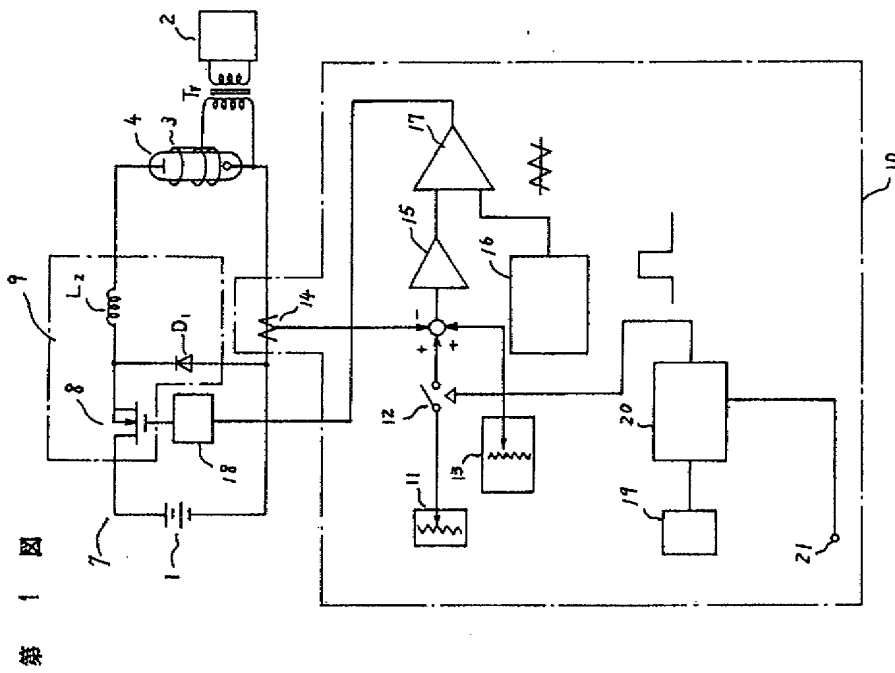
以上のように本発明によれば低電流制御手段によりランプの放電電流をPWM制御して放電電流を一定値に保持するとともに放電時間または放電開始時間を任意に制御することにより放電パルス巾または放電パルス周波数を変化させ固体レーザの励起効率を向上できるものが得られると云う効果がある。

また本発明の別の発明はランプ放電の停止時にも低パワーの持続電流を供給することにより放電開始時の放電を容易にしミス点弧を防止できるという効果がある。

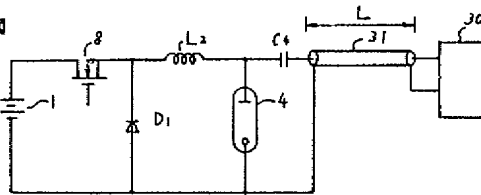
なお本発明の他の別の発明は第2のスイッチング素子をランプに並列接続してランプ放電をオン

第 2 図

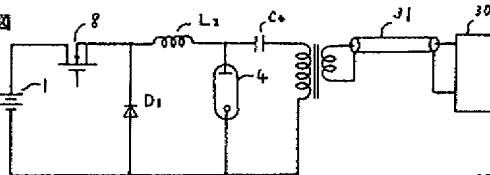




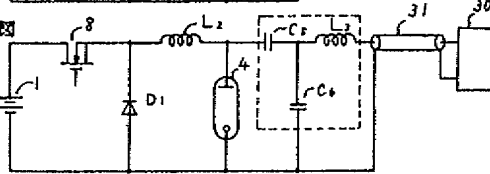
第 5 図



第 6 図



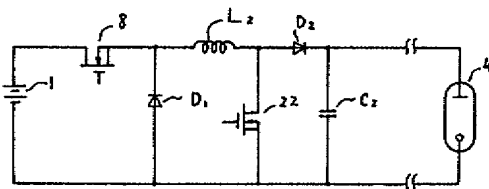
第 7 図



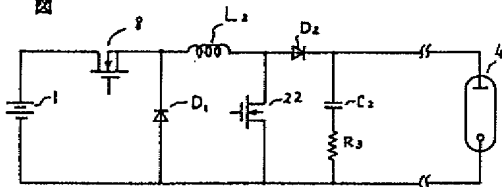
30 : 高周波電源

31 : 同軸ケーブル

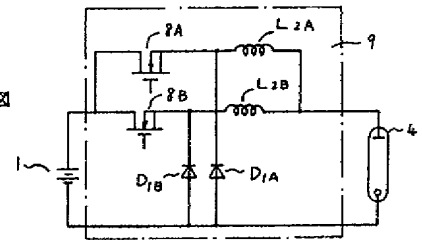
第 10 図



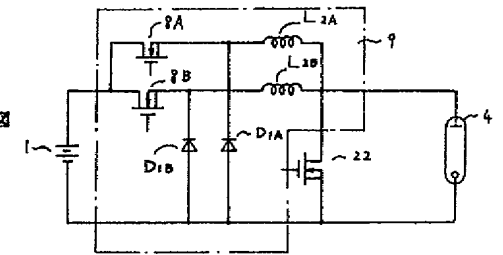
第 11 図



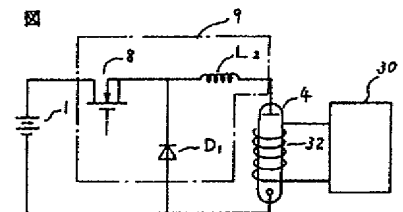
第 8 図



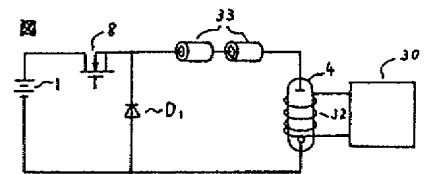
第 9 図



第 12 図

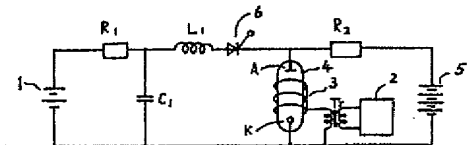


第 13 図



33 : トロイダルコア

第 14 図



1 : 直流電源

4 : ランプ

2 : トリガ回路

5 : 直流高電圧電源

3 : トリガ電極

6 : スイッチング素子